

PRIMENA DALJINSKE DETEKCIJE U MONITORINGU VEGETACIJSKOG POKRIVAČA NA TERITORIJI NACIONALNOG PARKA KOPAONIK

Uroš Durlević¹, Uroš Milinčić², Dragan Petrović³

Apstrakt: Tokom poslednjih 40 godina, daljinska detekcija našla je veliku primenu u kontinuiranom praćenju stanja životne sredine. U ovom radu je upotrebom Landsat 8 satelitskih snimaka i geografskih informacionih sistema (GIS) analizirano stanje, odnosno promena vegetacijskog pokrivača za prostor nacionalnog parka (NP) Kopaonik. Intenzivna izgradnja objekata u okviru NP uslovlila je sve veću transformaciju zelenih površina u veštačke. Kako bi se utvrdio stepen ogoličenosti zemljišta i površina pod šumskim pokrivačem, korišćena su dva indeksa: Bare-soil index (BSI) i Normalized difference vegetation index (NDVI). Za potrebe komparativne analize, obrađivani su snimci iz 2014. i 2021. godine. Kao konačan produkt istraživanja i obrade u GIS-u, dobijene su četiri karte na osnovu kojih se može zaključiti da se prostor pod šumama tokom 2021. smanjio u odnosu na 2014, a da se procenat površine koju pokrivaju ogoličena zemljišta i oskudna vegetacija, povećao u odnosu na 2014.

Ključne reči: Daljinska detekcija, NP Kopaonik, BSI, NDVI, GIS

APPLICATION OF REMOTE SENSING DETECTION IN VEGETATION COVER MONITORING ON THE TERRITORY OF KOPAONIK NATIONAL PARK

Abstract: Over the last 40 years, remote sensing has found great application in the continuous monitoring of the state of the environment. In this paper, using Landsat 8 satellite images and geographic information systems (GIS), the state, ie change of vegetation cover for the Kopaonik National Park (NP) area was analyzed. Intensive construction of facilities within the National Park has conditioned the growing transformation of green areas into artificial ones. In order to determine the degree of bareness of land and areas under forest cover, two indices were used: Bare-soil index (BSI) and Normalized difference vegetation index (NDVI). For the needs of comparative analysis, images from 2014 and 2021 were processed. As a final product of research and processing in GIS, four maps were obtained, based on which it can be stated that the area under forests in 2021 decreased compared to 2014, and that the percentage of area covered by bare land and sparse vegetation increased in compared to 2014.

Key words: Remote sensing, NP Kopaonik, BSI, NDVI, GIS

¹ Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, uros.durlevic@gef.bg.ac.rs

² Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, uros.milincic@gmail.com

³ Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, dragan.petrovic@gef.bg.ac.rs

UVOD

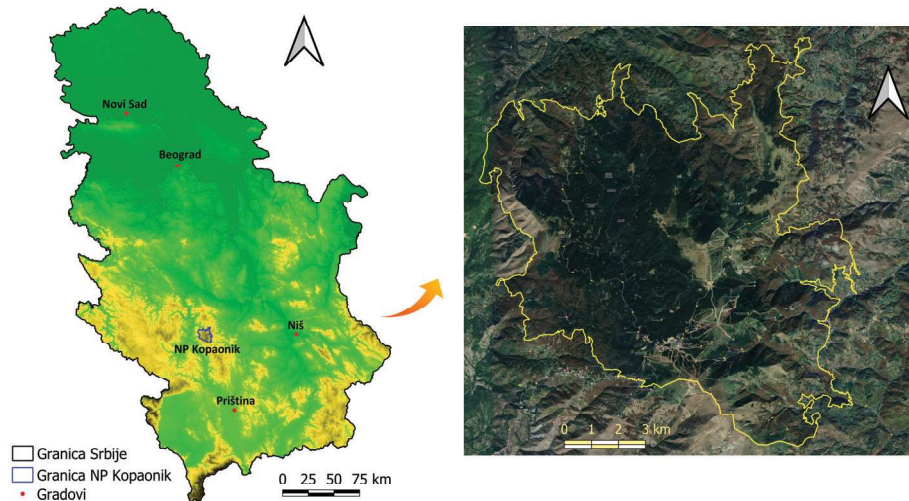
Daljinska detekcija se može definisati kao otkrivanje, prepoznavanje ili procena objekata, pojava i procesa pomoću uređaja za daljinsko otkrivanje ili snimanje, bez direktnog kontakta sa predmetom istraživanja (Ladányi et al., 2011). Sistemi daljinskog očitavanja pružaju kontinuiran pogled na Zemljinu površinu i imaju sposobnost praćenja uticaja čoveka na životnu sredinu (Jovanović & Milanović, 2015). Dinamika praćenja stanja vegetacije može pružiti informacije o klimatskim promenama, degradaciji zemljišta, fenološkim promenama, deforestaciji, dezertifikaciji, ali i uticaju čoveka (Metternicht et al., 2010). Za potrebe poljoprivrede i šumarstva, daljinska detekcija nalazi primenu u: praćenju sezonskih promena razvoja useva, praćenju biljnih bolesti, analizi stanja vegetacije, zagađenja vode i vazduha, poplava, šumskih požara itd.

Pre nekoliko decenija, trajno uklanjanje šumskog pokrivača bilo je karakteristično za industrijalizovani svet. Nekada su velike površine pod šumom u Evropi i Severnoj Americi bile iskrčene zarad industrijskog širenja i infrastrukture, a danas je takav trend prisutan u tropskim zemljama Azije, Latinske Amerike i Afrike (Jovanović et al., 2018). U savremenom svetu, glavni uzrok degradacije šumskih ekosistema jesu ilegalne aktivnosti, odnosno nepropisno krčenje šuma (Markus-Johansson et al., 2010; Milanović, 2019) koje nastaje usled nedostatka kontrole od strane vlade, lokalne samouprave i privatnih vlasnika. Kako bi se uspešno vršila istraživanja u šumarskom sektoru, zbog velike površine i nepristupačnosti pojedinih delova terena, daljinska detekcija preko odgovarajućih vegetacijskih indeksa može dati pouzdanje informacije o stanju šumskog pokrivača (Franklin, 2001). Na teritoriji NP Kopaonik, usled prekomernih antropogenih aktivnosti poslednjih godina, analizirane su promene u vegetacijskom pokrivaču.

MATERIJALI I METODE

Prostor istraživanja

Kopaonik je jedna od najvećih planina u Srbiji, sa meridijanskim pravcem pružanja. Dužine je 75 km, a u najširem delu širine 45 km (Pavlović, 2018). Sa ukupnom površinom od 2.758 km² predstavlja najveću planinu centralne Srbije (Bojović, 2012). Deo planine je zbog svojih izuzetnih prirodnih vrednosti, 1981. godine proglašen za Nacionalni park (NP) „Kopaonik“. Ukupna površina NP iznosi 11.969,04 ha, od čega su u državnoj svojini 9.862,6 ha, a u privatnoj i drugim oblicima svojine 2.106,98 ha (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2022). Zaštićeno područje nalazi se na najvišim delovima planine i obuhvata slivove Samokovske, Gobeljske, Brzečke i Barske reke. NP počinje na visini od oko 800 m, a najviši vrh je Pančičev vrh (2.017 m). Najveća površina parka obuhvata centralni i najšumovitiji deo planine, visine oko 1.700 m. Ovaj zaravnjeni deo masiva poznat je kao Ravni Kopaonik. Na ovom prostoru mogu se naći 12 geomorfoloških, šest geoloških i osam hidroloških objekata geonasleđa. Kopaonik se odlikuje i visokim stepenom biološke raznovrsnosti. Na ovom masivu je pronađeno preko 1.600 vrsta biljaka. Samo visokoplaninsku floru čini 825 vrsta, od kojih je 91 vrsta endemičnog, a 82 vrste subendemičnog karaktera. Vegetaciju karakterišu svi vegetacijski pojasevi visokih planina centralnog Balkana. Ekološka raznovrsnost uslovljena je i bogatstvom životinjskog sveta. U nacionalnom parku je prisutno šest vrsta vodozemaca i šest vrsta gmizavaca, od kojih osam ima status zaštićenih vrsta u Srbiji. Fauna ptica obuhvata preko 170 vrsta. Faunu sisara čini preko 40 vrsta (Zavod za zaštitu prirode Srbije, 2022).



Slika 1: Geografski položaj NP Kopaonik

Metodologija

Za potrebe ovog istraživanja korišćeni su satelitski snimci Landsat 8 satelita, vreme snimanja je avgust, a godine snimanja 2014. i 2021. Analiza promene vegetacijskog pokrivača izvršena je putem dva indeksa: Normalized difference vegetation index (NDVI) i Bare-soil index (BSI).

Normalizovani vegetacijski indeks (NDVI) predstavlja adekvatno sredstvo za analizu promena vegetacijskog pokrivača. Indeks je izveden iz merenja optičke refleksije sunčeve svetlosti u bliskim infracrvenim i crvenim talasnim dužinama i kao takav, veoma je osetljiv na uslove ekosistema (Myneni, 1995; Ollinger, 2011; Liu et al., 2015). Obradom satelitskih snimaka u geografskim informacionim sistemima (GIS) može se dobiti NDVI indeks na osnovu formule (Tucker, 1979):

$$NDVI = \frac{(NIR-R)}{(NIR+R)},$$

gde je: NDVI – Normalizovani vegetacijski indeks; NIR – bliski infracrveni kanal; R – crveni spektralni kanal.

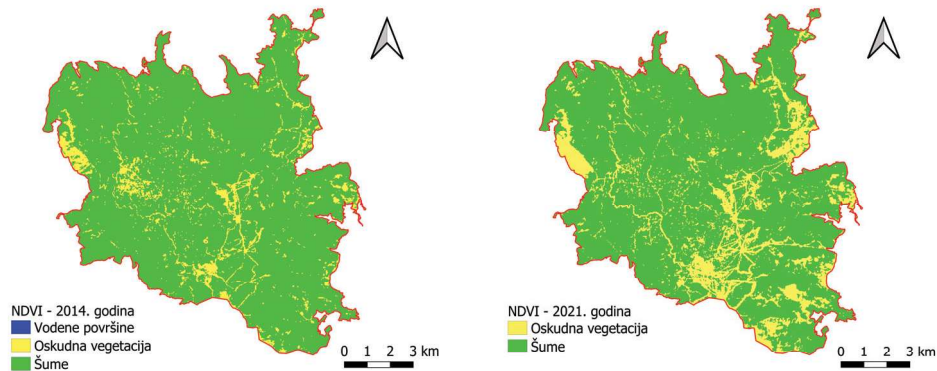
Indeks ogolićenosti terena (BSI) dobija se putem formule (Diek et al., 2017):

$$BSI = \frac{(SWIR + RED) - (NIR + Blue)}{(SWIR + RED) + (NIR + Blue)},$$

gde je: BSI – Indeks ogolićenosti terena; SWIR – kratkotalasni infracrveni spektralni kanal; R – crveni spektralni kanal; NIR – bliski infracrveni spektralni kanal; Blue – plavi spektralni kanal.

REZULTATI I DISKUSIJA

Satelitski monitoring vegetacijskog pokrivača na ovim prostorima omogućava adekvatan prikaz stanja šumskog pokrivača upravljačima i lokalnoj zajednici u nacionalnim parkovima. Bogatstvo biljnih i životinjskih vrsta zavisi od stepena antropogene aktivnosti i zaštite životne sredine, tako da je primena daljinske detekcije izuzetno važan alat u analizi stanja vegetacije.



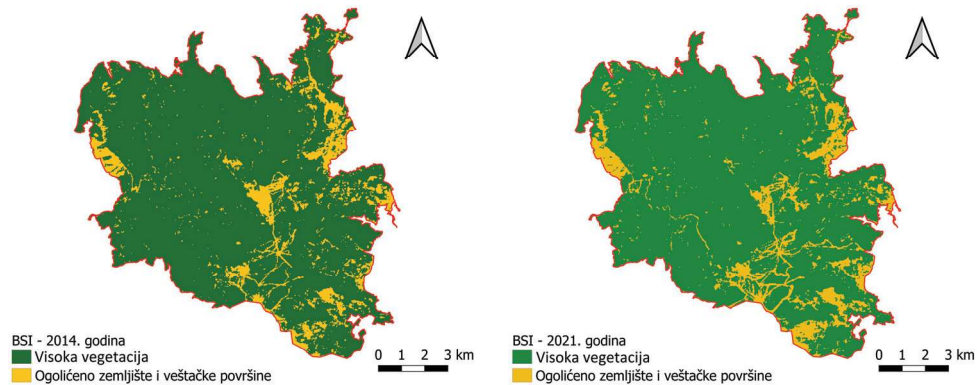
Slika 2: Prikaz NDVI indeksa za 2014. i 2021. godinu

Tabela 1: Analiza vegetacije primenom NDVI indeksa

Tip vegetacije	Površina 2014. (km ²)	Površina 2021. (km ²)
Šumska vegetacija	109.61	99.06
Niska vegetacija	10.03	20.58
Vodene površine	0.002	/
Ukupno	119.64	119.64

U posmatranom periodu može se primetiti da je došlo do smanjenja površina pod šumskom vegetacijom i to za 10% u odnosu na ukupnu površinu nacionalnog parka. Šumska vegetacija koja je 2014. godine zahvatala 91.61% ukupne teritorije do 2021. smanjila se na 82.74%. Sa druge strane površine niske vegetacije su se udvostručile, sa 9.15% u 2014. do 17.20% 2021. godine. Površina koja se nije drastično menjala, jeste ogoličeno zemljište, koje je svoju površinu u ovom periodu povećalo za 1%.

Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora naselja



Slika 3: Prikaz BSI indeksa za 2014. i 2021. Godinu

Glavni razlog nastalih promena jesu antropogene aktivnosti među kojima značajniji uticaj imaju turizam, šumarstvo, poljoprivreda. Razvoj turizma kao glavne privredne grane ovog prostora ogleda se u stalnom proširenju turističkih kapaciteta. Ti kapaciteti odnose se na izgradnju smeštajnih objekata, proširenja površina pod ski stazama, izgradnja druge prateće infrastrukture itd.

Tabela 2: Analiza namene zemljišta primenom BSI indeksa

Namena zemljišta	Površina 2014. (km ²)	Površina 2021. (km ²)
Visoka vegetacija	105.82	104.43
Ogoličeno zemljište	13.82	15.21
Ukupno	119.64	119.64

Sve ove aktivnosti imaju direktnog uticaja na vegetacijski pokrivač čijim se krčenjem obezbedju nove površine za pomenute aktivnosti. Pored direktnog uticaja koji se ogleda u krčenju šuma, tu su i brojni indirektni uticaji. Velika koncentracija ljudi sa svojim aktivnostima donosi i različita zagađenja zemljišta, vazduha i vode, što takođe ostavlja posledice po vegetacijski pokrivač.

ZAKLJUČAK

Daljinska detekcija svojim metoda nalazi široku primenu u mnogim delatnostima. U radu su prikazane mogućnosti primene savremene tehnologije daljinske detekcije u praćenju vegetacijskog pokrivača NP Kopaonik. Analiza promene vegetacijskog pokrivača korišćenjem satelitskih snimaka Landsat 8 satelita, izvršena je putem dva indeksa: Normalized difference vegetation index (NDVI) i Bare-soil index (BSI). Ono što se može zaključiti je da je na prostoru NP zastupljen trend opadanja površina pod šumskom vegetacijom. Ukoliko se zakonskim regulativama ne obuzda intenzivna i neretko divlja gradnja, koja predstavlja samo inicijalni problem, nastali trend vremenom će dovesti do ugrožavanja samog statusa NP.

Zahvalnica: Istraživanje je sprovedeno na Univerzitetu u Beogradu – Geografski fakultet, finansirano sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Bojović, G. (2012). Kopaonik i banje podgorine – turizmološka monografija. Srpsko geografsko društvo, Beograd.
- Diek S, Fornallaz F, Schaepman M, De Jong R. (2017). Barest pixel composite for agricultural areas using landsat time series. *Remote Sensing*, 9, 1245.
- Jovanović, M. M. & Milanović, M. M. (2015). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) as the basis for local forest management. Example of the municipality of Topola, Serbia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24, 2, 529–535.
- Jovanović, M. M., Milanović, M. M., Zorn, M. (2018). The use of NDVI and CORINE Land Cover databases for forest management in Serbia. *Acta geographica Slovenica*, 58-1, 109–123.
- Ladányi, Z., Rakonczai, J. & Leeuwen, B. (2011). Evaluation of precipitation-vegetation interaction on a climate-sensitive landscape using vegetation indices. *Journal of Applied Remote Sensing*, 5, Special section, 1-12.
- Liu, Y., Li, Y., Li, Sh. & Motesharrei, S. (2015). Spatial and Temporal Patterns of Global NDVI Trends: Correlations with Climate and Human Factors. *Remote Sens.* 2015, 7, 13233-13250.
- Markus-Johansson, M., Mesquita, B., Nemeth, A., Dimovski, M., Monnier, C. & Kiss-Parciu, P. (2010). Illegal logging in South-eastern Europe. *World bank*, Washington DC. 73-101, 124-127.
- Metternicht, G., Zinck, J.A., Blanco, P.D., Del Valle, H.F. (2010). Remote sensing of land degradation: Experiences from Latin America and the Caribbean. *J. Environ. Qual.* 39, 42–61.
- Milanović, M. M., Micić, T., Lukić, T., Nenadović, S. S., Basarin, B., Filipović, J. D., Tomić, M., Samardžić, I., Srdić, Z., Nikolić, G., Ninković, M. M., Sakulski, D., Ristanović, B. (2019). Application of Landsat-derived NDVI in monitoring and assessment of vegetation cover changes in Central Serbia. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, Vol. 14, No. 1, p. 119 – 129.
- Myneni, R.B., Hall, F.G., Sellers, P.J., Marshak, A.L. (1995). The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 33, 481–486.
- Ollinger, S. (2011) Sources of variability in canopy reflectance and the convergent properties of plants. *New Phytol.* 189, 375–394.

Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora naselja

- Pavlović, M. (2018). Geografija Srbije 1. Beograd: Univerzitet u Beogradu-Geografski fakultet
- Tucker, C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ.* 8, 127–150.
- Zavod za zaštitu prirode Srbije. (2022). preuzeto sa <https://www.zzps.rs/wp/wp-kopaonik/>
- Franklin, S. E. (2001). *Remote sensing for sustainable forest management*. Lewis Publishers, London. 407.